

Fistula Arteriovenosa untuk Hemodialisis pada Penderita Gagal Ginjal Kronik

Glenn J Sumadi,¹ Paulus AA Pandelaki,¹ Calysta N Wijaya,¹ Marcel Antoni,² Yanto S Tjang²

¹Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana

²Staf Pengajar Bagian Bedah, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Krida Wacana

Alamat korespondensi: Yanto Sandy Tjang: ystjang@hotmail.com

Abstrak

Jumlah penderita penyakit gagal ginjal kronik (PGK) di Indonesia tampak semakin meningkat. Angka pertumbuhannya diperkirakan sekitar 20% setiap tahunnya. Kondisi ini menjadi masalah karena biaya pengobatannya besar sekali. Penyakit gagal ginjal kronik adalah kerusakan atau gangguan fungsi dan struktur ginjal selama tiga bulan atau lebih dengan atau tanpa penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG) disertai manifestasi kelainan patologi ginjal atau kerusakan ginjal meliputi komposisi darah atau urin dan kelainan pada uji pencitraan ginjal. Penyakit gagal ginjal kronik terjadi bila ginjal mengalami penurunan fungsi LFG di bawah 60 ml/menit/1.73m² dengan atau tanpa kerusakan ginjal. Intervensi berupa terapi pengganti ginjal dilakukan pada saat keadaan LFG mencapai <15 ml/menit/1.73 m². Beberapa faktor risiko yang menjadi penyebab PGK telah diketahui seperti usia, gagal jantung, sirosis hepatis, glomerulonefritis kronik, diabetes mellitus (DM), sistemik lupus erimatosus (SLE), polikistik, pielonefritis, nefrolitiasis, nefrosklerosis, dan obstruksi traktus urinarius. Terbatasnya jumlah donor ginjal untuk transplantasi dan tingginya komplikasi yang mungkin terjadi akibat peritoneal dialisis membuat hemodialisis (HD) cenderung menjadi pilihan yang utama apabila fungsi ginjal penderita sudah sangat menurun. Prinsip dasar HD adalah mengalirkan darah dari tubuh ke ginjal buatan untuk dilakukan penyaringan darah melalui suatu membran semi-permiabel agar terjadi proses difusi dan ultrafiltrasi darah di dalamnya. Darah yang sudah disaring kemudian dikembalikan ke dalam tubuh. Hemodialisis rutin dalam jangka panjang memerlukan pemasangan akses vaskular permanen. Fistula arteriovenosa (FAV) masih dianggap sebagai akses vaskular terbaik untuk HD, terutama karena angka patensinya yang tinggi, lebih rendah insidensi infeksi dan komplikasinya dibandingkan dengan kateter vena sentral atau *graft* arteriovenosa. Kelebihan dan kekurangan FAV telah dibahas dalam berbagai penelitian. Angka patensinya tampak sangat bervariasi antar peneliti.

Kata kunci: gagal ginjal kronik, hemodialisis, fistula arteriovenosa, patensi

Arteriovenous Fistula Created For Hemodialysis in Chronic Kidney Disease's Patients

Abstract

The number of patients with chronic kidney disease (CKD) in Indonesia is apparently increasing. Its growing rate is estimated at about 20% every year. This condition becomes a problem due to its huge medical costs. CRF is damage or impaired renal function and structure for three months or more with or

without decreased glomerular filtration rate (GFR) with manifestation of renal pathology disorder or impairment comprising blood or urine composition and abnormalities in renal imaging tests. CKD occurs when the kidney has decreased GFR function below 60 mL/min/1.73m² with or without kidney damage. Intervention in the form of renal replacement therapy is performed when the GFR reaches <15 ml/minute/1.73 m². Some responsible risk factors for CKD have been identified, such as age, heart failure, hepatic cirrhosis, chronic glomerulonephritis, diabetes mellitus, systemic lupus erimatosus, polycystic, pyelonephritis, nephrolithiasis, nephrosclerosis, and urinary tract obstruction. The limited number of donor kidneys for transplantation and the high complications that may occur due to peritoneal dialysis make hemodialysis (HD) tends to be the main choice if the patient's kidney function decreases. The basic principle of HD is to drain blood from the body to the artificial kidneys for blood filtering through a semi-permeable membrane in order for the diffusion process and ultrafiltration of blood in it. The filtered blood is then returned to the body. Routine HD in the long run requires a permanent vascular access. Arteriovenous fistula (AVF) is still regarded as the best vascular access for HD, mainly due to its high patency rate, lower incidence of infection and complications compared with central venous catheter or arteriovenous graft. The advantages and disadvantages of AVF have been discussed in various studies. Its patency rate seems to vary greatly among researchers.

Keywords: Chronic kidney disease, hemodialtsis, arteriovenous fistula, patency

Pendahuluan

Penyakit ginjal kronik (PGK) adalah suatu penyakit sistemik. Sayangnya, masih banyak yang belum diketahui bagaimana awal terjadinya ataupun faktor pencetus apa saja yang perlu diperhatikan agar tidak terjadi PGK. Meskipun belum tersedia data epidemiologi yang jelas tentang prevalensi PGK di Indonesia, jumlah penderitanya tampak semakin meningkat. Angka pertumbuhannya diperkirakan mencapai sekitar 20% setiap tahunnya.¹ Laporan dari berbagai pusat penanganan penyakit ginjal menunjukkan prevalensi penderita PGK berkisar antara 100 - 150 di antara satu juta penduduk Indonesia.² Kondisi ini menjadi masalah jika ditinjau dari segi ekonomi, karena biaya pengobatan penyakit ini besar sekali.³

Ada beberapa pilihan terapi yang tersedia untuk penderita PGK pada stadium terminal yaitu hemodialisis (HD), peritoneal dialisis dan transplantasi ginjal. Terbatasnya jumlah donor ginjal untuk transplantasi dan tingginya komplikasi yang mungkin terjadi akibat peritoneal dialisis membuat HD cenderung menjadi pilihan yang utama.⁴ Menurut laporan dari *Indonesian Renal Registry*, jumlah penderita HD baru pada tahun 2014 sebanyak 17.193 jiwa dan jumlah penderita aktif yang dilaporkan sebanyak 11.689. Jumlah pasien baru ini meningkat dari tahun ke tahun, akan tetapi

penderita yang aktif tidak berubah seiring dengan penambahan jumlah penderita baru.⁵

Hemodialisis rutin dalam jangka panjang memerlukan pemasangan akses vaskular permanen yang selain harus berfungsi dengan baik, juga relatif nyaman, produktif, dan bisa diterima secara sosial oleh penderita.^{6,7} Pertama kali diperkenalkan oleh Brescia dan Cimino di tahun 1966,⁸ fistula arteriovenosa (FAV) atau yang lebih terkenal sebagai pirau *Brescia-Cimino* (*Brescia-Cimino shunt*) masih dianggap sebagai akses vaskular terbaik untuk HD, terutama karena angka patensinya yang tinggi, lebih rendah insidensi infeksi dan komplikasinya dibandingkan dengan kateter vena sentral atau *graft* arteriovenosa. Data menunjukkan 80% penderita yang mengalami PGK menggunakan FAV sebagai akses vaskuler untuk HD.⁹ Sejumlah operasi FAV telah dilakukan di rumah sakit di seluruh dunia. Namun, masalah yang masih menjadi perhatian adalah angka kegagalan primer yang masih tinggi, yaitu berkisar antara 20 – 60%.¹⁰⁻¹²

Tulisan ini bertujuan membahas secara ringkas mengenai PGK, HD, dan FAV dari bacaan literatur yang tersedia.

Gagal Ginjal Kronik

Penyakit gagal ginjal kronik adalah kerusakan atau gangguan fungsi dan struktur

ginjal selama tiga bulan atau lebih dengan atau tanpa penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG) disertai dengan manifestasi kelainan patologi ginjal, atau kerusakan ginjal meliputi komposisi darah atau urin dan kelainan pada uji pencitraan ginjal. Penyakit gagal ginjal kronik terjadi bila ginjal mengalami penurunan fungsi LFG di bawah 60 ml/menit/1.73m²

dengan atau tanpa kerusakan ginjal. Intervensi berupa terapi pengganti ginjal dilakukan pada saat keadaan LFG mencapai <15 ml/menit/1.73 m² agar penderita tidak mengalami uremia, yaitu retensi urea dan sampah nitrogen lain dalam darah. Klasifikasi PGK menurut NKF-K/DQOI dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Stadium Gagal Ginjal Kronik Menurut NKF-KDOQI⁹

Stadium	Penjelasan	LFG (mL/menit/1.73 m ²)	Tindakan
	Risiko tinggi gagal ginjal	> 90 (disertai faktor risiko PGK)	Skrening, penurunan risiko PGK
1	Kerusakan ginjal dengan LFG normal atau dengan peningkatan LFG	≥ 90	Diagnosis dan penatalaksanaan
2	Kerusakan ginjal dengan penurunan LFG ringan	60 - 89	Mengevaluasi progresi penyakit
3	Penurunan LFG sedang	30 - 59	Evaluasi dan penanganan komplikasi
4	Penurunan LFG berat	15 - 29	Persiapan terapi pengganti ginjal
5	Gagal ginjal	< 15	Terapi pengganti ginjal jika terdapat uremia

Penyebab PGK bersifat multifaktorial. Umumnya dibagi menjadi pre-renal, renal, dan post-renal. Pre-renal terjadi karena penurunan kecepatan perfusi darah ke dalam ginjal akibat proses degeneratif ataupun kelainan sistemik (usia, gagal jantung, sirosis hepatitis). Renal berasal dari ginjal itu sendiri seperti infeksi (glomerulonefritis kronik, DM, SLE, polikistik, pielonefritis, nefrolitiasis, nefrosklerosis), yang akan mengganggu perfusi darah ke ginjal untuk disaring. Kerusakan nefron mengakibatkan jaringan normal ginjal berubah menjadi jaringan fibrosis. Post-renal disebabkan karena obstruksi traktus urinarius.¹³⁻¹⁵

Proses kerusakan ginjal berhubungan dengan penyakit awal yang mendasarinya. Awalnya terjadi pengurangan massa ginjal dan jumlah nefron. Hiperfiltrasi dan hipertrofi terjadi sebagai kompensasi nefron ginjal yang tersisa

terhadap kerusakan karena sklerosis. Selanjutnya terjadi peningkatan tekanan dan aliran darah pada kapiler glomerulus. Proses terjadinya *maladaptive* seiring dengan peningkatan tekanan dan aliran darah nefron menyebabkan perubahan struktur dengan akibat terjadi sklerosis nefron yang tersisa. Nefron yang sudah sklerosis menjadi tidak berfungsi dan ireversibel walaupun penyebab awalnya telah disembuhkan atau hilang. Proses fisiologis yang berperan dalam sklerosis nefron ini adalah sistem Renin – Angiotensin – Aldosteron (RAA). Sistem RAA ini memacu peningkatan vasopresin (anti diuretic hormon) sehingga memperburuk progresivitas kerusakan ginjal. Semakin rendah LFG maka semakin sedikit nefron yang tersisa. Kerusakan nefron ditandai dengan peningkatan kadar ureum dan kreatinin serum.^{2,15}

Gejala PGK yang dikeluhkan tergantung dari penyakit yang mendasarinya. Sindroma uremia karena terjadinya penumpukan limbah nitrogen berlebihan dari protein bermanifestasi sebagai gejala seperti mual, muntah, anoreksia, letargi, lemah, dan nokturia. Gejala komplikasi lebih lanjut dapat berupa anemia, hipertensi, asidosis metabolik, gangguan keseimbangan elektrolit berat, dan koma.^{2,15}

Penatalaksanaan penderita PGK meliputi terapi spesifik terhadap penyakit yang mendasari, pencegahan dan terapi terhadap kondisi komorbid, memperlambat pemburukan (progresivitas) fungsi ginjal, pencegahan dan terapi terhadap penyakit kardiovaskular, pencegahan dan terapi terhadap komplikasi, serta terapi pengganti ginjal berupa dialisis atau transplantasi ginjal.²

Hemodialisis

Hemodialisis dilakukan apabila fungsi ginjal penderita menurun hingga mencapai suatu titik dimana akumulasi dari zat sisa dapat mengganggu fungsi tubuh. Hemodialisis diindikasikan apabila keadaan tersebut sudah tidak dapat ditangani dengan penggunaan obat-obatan dan diet. Hemodialisis dilakukan secara teratur sebanyak 2-3 kali per minggu. Prinsip dasar dari HD adalah mengalirkan darah dari tubuh ke ginjal buatan untuk dilakukan penyaringan darah melalui suatu membran semi-permiabel agar terjadi proses difusi dan ultrafiltrasi darah di dalamnya. Darah yang sudah disaring kemudian dikembalikan ke dalam tubuh.¹⁶

Tiga komponen utama yang terlibat dalam HD adalah *dializer*, dialisat dan sistem penghantaran darah. *Dializer* adalah alat yang mampu mengalirkan darah dan dialisat dalam kompartemen-kompartemen didalamnya, dengan dibatasi oleh membran semi-permiabel.¹⁷ Dialisat adalah cairan yang digunakan untuk menarik limbah-limbah tubuh dari darah. Sementara *buffer* yang umumnya dipakai adalah bikarbonat karena memiliki risiko hipotensi yang lebih rendah dibandingkan dengan natrium. Kadar setiap zat di cairan dialisat juga diatur sesuai dengan kebutuhan. Air yang digunakan juga diproses agar tidak menimbulkan risiko kontaminasi.¹⁸ Sistem penghantaran darah dapat

dibagi menjadi bagian yang di mesin dialisis dan akses dialisis di tubuh penderita. Bagian yang di mesin terdiri atas pompa darah, sistem pengaliran dialisat, dan berbagai monitor. Sementara akses di tubuh penderita juga dibagi atas beberapa jenis, antara lain fistula, *graft* atau kateter. Prosedur yang dinilai paling efektif adalah suatu fistula yang dibuat dengan menyambung arteri dan vena sebagai sebuah pirau. Salah satu prosedur yang paling banyak digunakan adalah FAV.¹⁹

Fistula Arteriovenosa

Untuk memulai proses HD diperlukan akses vaskular untuk mengalirkan darah dari tubuh ke dalam *dialyzer*, dan setelah dilakukan dialisis lalu dikembalikan lagi ke dalam tubuh.²⁰ Akses vaskular untuk HD sendiri ada yang bersifat permanen ataupun temporer. Berdasarkan laporan *Japanese Society for Dialysis Therapy* pada tahun 2008, akses vaskular yang digunakan antara lain FAV sebanyak 89.7%, *graft* arteriovenosa sebanyak 7.1%, superfisialisasi 1.8%, penggunaan *indwell catheter* jangka panjang 0.5%, penggunaan kateter jangka pendek 0.5%, dialisis jarum tunggal 0.2%, *direct arterial puncture* 0.1%, dan metode lainnya 0.1%.²¹

Akses vaskular berupa FAV merupakan akses pilihan untuk proses dialisis yang adekuat. Hasilnya lebih baik untuk penderita jika dibandingkan dengan penggunaan *graft* maupun kateter. Dari segi biaya, pemasangan dan perawatan FAV memerlukan biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan akses vaskular lainnya. Di samping komplikasi infeksi yang lebih rendah, FAV juga dilaporkan memiliki tingkat mortalitas yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan akses vaskular lainnya.²²

Besarab *et al.*²³ menyatakan bahwa perawatan FAV jauh lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan *graft*. Akan tetapi, jika dilihat dari segi patensi jangka pendek dan tingkat kegagalan di tahap awal, FAV memiliki nilai yang lebih jelek jika dibandingkan dengan penggunaan *graft*. Dalam tulisannya dikatakan bahwa tingkat kegagalan pada tahap awal pemasangan FAV adalah dua hingga empat kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan

pembuatan *graft*. Teknik operasi dan skrining yang tepat sangatlah dibutuhkan dalam pemasangan FAV sebagai upaya untuk meminimalisir angka kegagalan dini. Hal ini dibutuhkan karena FAV sebenarnya lebih unggul dalam penggunaan jangka panjang dan dalam hal biaya jika dibandingkan dengan *graft*. Fistula arteriovenosa juga bisa menimbulkan beberapa komplikasi seperti aneurisma (51%), hipertensi vena (16.7%), infeksi (4.4%), trombotosis (3.3%), dan *steal syndrome* (1.1%).²⁴ Pemasangan FAV dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain dengan membuat anastomosis antara arteri radialis dan vena sefalika (pirau *Brescia-Cimino*), arteri brachialis dan vena sefalika, atau arteri brakialis dan vena basilika. Pirau *Brescia-Cimino* (FAV) merupakan pilihan utama untuk akses vaskuler dan fistula brachio-cephalica menjadi pilihan kedua apabila arteri dan vena yang akan dianastomosis tidak memenuhi persyaratan pembuatan fistula.^{24,25}

Ates *et al.*²⁶ dalam penelitiannya membandingkan jumlah komplikasi dari jenis pemasangan akses vaskular yang dilakukan. Dari seluruh sampel yang diteliti, didapatkan kejadian komplikasi pada FAV radiosefalika (*Brescia-Cimino Shunt*) sebesar 30.4%, pada FAV brakiosefalika sebesar 74.7%, dan pada

polytetrafluoroethylene graft (PTFE Graft) sebesar 66.9%. Jenis komplikasi dari teknik pemasangan pirau *Brescia-Cimino* berdasarkan penelitian ini adalah trombotosis (9.3%), hematoma (6.9%), aneurisma (4.0%), edema (3.8%), infeksi (3.3%), dan *steal syndrome* (3.1%). Untuk FAV brakiosefalika, persentase kejadian komplikasinya adalah aneurisma (22.7%), *steal syndrome* (19.3%), edema (18.6%), hematoma (5.9%), trombotosis (4.5%), dan infeksi (3.7%).

Fistula arteriovenosa sebagai akses vaskuler pilihan untuk HD memiliki kendala utama, yakni tingginya tingkat kegagalan pada tahap awal pemasangannya.²³ Oleh sebab itu dikatakan bahwa sebelum melakukan pemasangan pirau *Brescia-Cimino*, pembuluh darah yang akan dianastomosiskan perlu dievaluasi dengan menggunakan *Doppler Ultrasound*. Kandidat yang baik untuk kesuksesan pemasangan FAV adalah jika diameter arteri radialis maupun vena sefalika minimal 2 mm. Penggunaan arteri dan vena dengan diameter kurang dari 1,5 mm dapat mengakibatkan kegagalan fistula.²⁷

Angka patensi FAV di dalam literatur tampak sangat bervariasi (Table 2). Untuk tahun pertama, angka patensi FAV berkisar dari 50% sampai 86%; sedangkan untuk tahun kedua berkisar dari 51% sampai 80%.

Tabel 2. Angka Patensi Fistula Arteriovenosa

Pengarang	Angka patensi (%)	
	Tahun pertama	Tahun kedua
Erkut B, <i>et al.</i> ⁷	74	64
Juan A, <i>et al.</i> ²⁸	85	80
Kazemzadeh GH, <i>et al.</i> ²⁹	70	65
Tsuchida K, <i>et al.</i> ³⁰	86	
Dixon BS, <i>et al.</i> ³¹	71	
Fitzgerald JT, <i>et al.</i> ³²	50	
Al-Jaishi AA, <i>et al.</i> ³³	60	51

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi angka patensi FAV. Faktor-faktor tersebut antara lain adalah DM, tekanan darah, indeks massa tubuh, laju aliran darah, serta teknik penusukan pada lokasi

anastomosis.³⁴ Diabetes melitus, menurut para peneliti ini tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap patensi FAV. Dalam penelitian ini meskipun terdapat kalsifikasi vaskular, tetapi tidak ditemukan perbedaan yang

bermakna antara diameter vaskular dan laju aliran darah pada penderita DM maupun penderita normal. Akan tetapi, maturasi akses vaskular pada penderita DM terbentuk lebih lama dengan kejadian *steal syndrome* yang lebih tinggi dibandingkan dengan penderita normal.

Hipotensi pada akhir sesi dialisis dengan penurunan laju aliran darah memiliki dampak yang buruk terhadap patensi FAV. Tekanan darah diastolik yang rendah memiliki hubungan dengan kegagalan dini fungsi FAV. Hipertensi memiliki dampak jangka panjang terhadap pembentukan arteriosklerosis yang dapat mengakibatkan penurunan laju aliran darah pada anastomosis, sehingga memicu pembentukan trombus dengan akibat tidak dapat digunakannya lagi FAV yang telah terpasang.

Teknik penusukan akses vaskuler juga berpengaruh pada angka patensinya. Penelitian yang dilakukan oleh Struthers *et al.*³⁵ menunjukkan bahwa teknik *Rope Ladder* dan teknik *Buttonhole* memiliki efek yang berbeda terhadap penderita. Penusukan dengan teknik *Buttonhole* lebih baik dalam hal mempertahankan ukuran fistula jangka panjang jika dibandingkan dengan teknik *Rope Ladder*. Teknik *Buttonhole* akan mengurangi tingkat kejadian terbentuknya aneurisma pada akses vaskular, dimana aneurisma merupakan komplikasi tersering (51%) yang mengakibatkan kerusakan akses vaskular.^{24,35}

Kesimpulan

Jumlah penderita PGK di Indonesia terlihat semakin meningkat. Angka pertumbuhannya diperkirakan mencapai sekitar 20% setiap tahunnya. Beberapa faktor risiko yang menjadi penyebab PGK telah diketahui seperti usia, gagal jantung, sirosis hepatitis, glomerulonefritis kronik, DM, SLE, polikistik, pielonefritis, nefrolitiasis, nefrosklerosis, dan obstruksi traktus urinarius. Terbatasnya jumlah donor ginjal untuk transplantasi dan tingginya komplikasi yang mungkin terjadi akibat peritoneal dialisis membuat HD cenderung menjadi pilihan yang utama apabila fungsi ginjal penderita sudah sangat menurun. Akses vaskuler yang paling banyak digunakan untuk HD rutin adalah pemasangan FAV. Kelebihan dan kekurangannya telah dibahas di dalam berbagai

penelitian. Secara keseluruhan angka patensinya tampak sangat bervariasi antar peneliti.

Daftar Pustaka

1. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan RI (Balitbangkes). Laporan hasil riset kesehatan dasar (Riskesdas) Indonesia tahun 2010. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2010.
2. Suwitra K. Penyakit ginjal kronik. Dalam: Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, dkk. (Editors). Buku ajar ilmu penyakit dalam. Jilid II, Edisi VI. Jakarta: Interna Publishing; 2014:2159-62.
3. Prodjosudjadi W, Suhardjono, Suwitra K, Pranawa, Widiana IG, Loekman JS, et al. Detection and prevention of chronic kidney disease in Indonesia: Initial community screening. *Nephrology (Carlton)* 2009;14(7):669-74.
4. Corrigan RM. The experience of the older adult with end-stage renal disease on hemodialysis. Thesis, Queen's University, Canada, 2011.
5. Perhimpunan Nefrologi Indonesia. 7th Report of Indonesian Renal Registry 2014, 2014:2-5.
6. Mortaz SS, Davati A, Ahmadloo MK, Taheri HR, Golfam F, Tavakoli A, et al. Evaluation of patency of arteriovenous fistula and its relative complications in diabetic patients. *Urology Journal* 2013;10(2):894-7.
7. Erkut B, Ünlü Y, Ceviz M, Becit N, Ateş A, Çolak A, et al. Primary arteriovenous fistulas in the forearm for hemodialysis: Effect of miscellaneous factors in fistula patency. *Renal Failure* 2006;28:275-81.
8. Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, Hurwich BJ. Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med* 1966;275:1089-92.
9. National Kidney Foundation K/DOQI clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis* 2006;48(1)Suppl 1:S176-274.
10. Masengu A & Hanko J. Patient factors and hemodialysis arteriovenous fistula outcomes. *J Vasc Access* 2017;18(Suppl 1):19-23.
11. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis

- patients: problems and solutions. *Kidney Int* 2002;62(4):1109-24.
12. Dember LM, Beck GJ, Allon M, Delmez JA, Dixon BS, Greenberg A, et al. Effect of clopidogrel on early failure of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2008;299(18):2164-71.
 13. Wilson LM. Gagal ginjal kronik. Dalam: Price SA, Wilson LM. *Patofisiologi: konsep klinis proses-proses penyakit*. Edisi 6. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC;2006:912-7.
 14. Tao L & Kendall K. *Sinopsis organ sistem ginjal*. Jakarta: Karisma Publishing Group;2013:154.
 15. Joanne M, Bargman, Skorecki K. Chronic kidney disease. In: Kasper D, Fauci A, Hauser S, et al. (Editors). *Harrison's principle of internal medicine*. 2nd Vol. 19th Edition. USA: McGraw-Hill Education; 2015:1811-21.
 16. Spiegel D & Moore R. The patient receiving chronic renal replacement with dialysis. In: *Manual of nephrology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins;2009:194-203.
 17. Depner TA. Hemodialysis adequacy: Basic essentials and practical points for the nephrologist in training. *hemodial int*. 2005;9:241-54.
 18. Septiwi C. Hubungan antara adekuasi hemodialisis dengan kualitas hidup pasien hemodialisis di unit hemodialisis RS Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto. [Tesis]. Depok: Universitas Indonesia, 2010.
 19. Carpenter CB & Lazarus JM. 2000. Dialisis dan transplantasi dalam terapi gagal ginjal. Dalam: *Harrison Prinsip-Prinsip Ilmu Penyakit Dalam*. Edisi ke-13. Jakarta: EGC;2000:1443-54.
 20. Sukandar E. Gagal ginjal dan panduan terapi dialisis. Bandung: Pusat Informasi Ilmiah Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran UNPAD; 2006:162-73.
 21. Kukita K, Ohira S, Amano I, Naito H, Azuma N, Ikeda K, et al. 2011 update Japanese Society for dialysis therapy guidelines of vascular access construction and repair for chronic hemodialysis. *Ther Apher Dial*. 2015;19(S1):1-39.
 22. McGrogan DG, Maxwell AP, Inston NG, Krishnan H, Field M. Preserving arteriovenous fistula outcomes during surgical training. *J Vasc Access* 2014;15(6):474-80.
 23. Besarab A, Allon M, Robbin ML. Resolved: fistulas are preferred to grafts as initial vascular access for dialysis. *J Am Soc Nephrol*. 2008;19(9):1629-33.
 24. Ganie FA, Lone H, Dar AM, Lone GN, Wani ML. Native arterio-venous fistula is the vascular access of choice for hemodialysis in end stage renal disease. *Int Cardiovasc Res J*. 2013;7(2):67-70.
 25. Malovrh M. Vascular access for hemodialysis: arteriovenous fistula. *Ther Apher Dial*. 2005;9(3):214-7.
 26. Ates A, Ozyazicioglu A, Yekeler I, Ceviz M, Erkut B, Karapolat S, et al. Primary and secondary patency rates and complications of upper extremity arteriovenous fistulae created for hemodialysis. *Tohoku J Exp Med*. 2006;210(2):91-7.
 27. Kordzadeh A, Chung J, Panayiotopoulos YP. Cephalic vein and radial artery diameter in formation of radiocephalic arteriovenous fistula: A systematic review. *J Vasc Access*. 2015;16(6):506-11.
 28. Juan A, Armadans L, Eugenio F. The function of permanent vascular access. *Nephrol Dial Transpl*. 2000;5:402-8.
 29. Kazemzadeh GH, Modaghegh MHS, Ravari H, Daliri M, Hoseini L, Nateghi M. Primary patency rate of native AV fistula: Long term follow up. *Int J Clin Exp Med*. 2012;5(2):173-8.
 30. Tsuchida K, Nagai K, Yokota N, Okada D, Muromiya Y, Suenaga T, et al. Simple surgical method for a native arteriovenous fistula of chronic hemodialysis patients and the patency rate. *J Vasc Access* 2015;16(Suppl 10):S13-7.
 31. Dixon BS, Novak L, Fangman J. Hemodialysis vascular access survival: upper-arm native arteriovenous fistula. *Am J Kidney Dis* 2002;39:92-101
 32. Fitzgerald JT, Schanzer A, Chin AI, McVicar JP, Perez R V, Troppmann C. Outcomes of upper arm arteriovenous fistulas for maintenance hemodialysis access. *Arch Surg*. 2004;139(2):201-8.

33. Al-Jaishi AA, Oliver MJ, Thomas SM, Lok CE, Zhang JC, Garg AX, et al. Patency rates of the arteriovenous fistula for hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis.* 2014;63(3):464-78.
34. Smith GE, Gohil R, Chetter IC. Factors affecting the patency of arteriovenous fistulas for dialysis access. *J Vasc Surg* 2012;55:849-55.
35. Struthers J, Allan A, Peel RK, Lambie SH. Buttonhole needling of arteriovenous fistulae: a randomized controlled trial. *ASAIO J.* 2010;56(4):319-22.